

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

24.02.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2002年 3月 8日

REC'D 24 APR 2003

WIPO PCT

出 願 番 号
Application Number:

特願2002-063684

[ST.10/C]:

[JP 2002-063684]

出 願 人
Applicant(s):

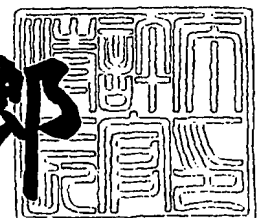
ローム株式会社

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 4月 1日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



BEST AVAILABLE COPY

出証番号 出証特2003-3022763

【書類名】 特許願

【整理番号】 PR200066

【提出日】 平成14年 3月 8日

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 H01L 21/52

【発明者】

【住所又は居所】 京都市右京区西院溝崎町 2 1 番地 ローム株式会社 内

【氏名】 磯川 慎二

【発明者】

【住所又は居所】 京都市右京区西院溝崎町 2 1 番地 ローム株式会社 内

【氏名】 山口 委巳

【特許出願人】

【識別番号】 000116024

【住所又は居所】 京都市右京区西院溝崎町 2 1 番地

【氏名又は名称】 ローム株式会社

【代理人】

【識別番号】 100079131

【弁理士】

【氏名又は名称】 石井 暁夫

【電話番号】 06-6353-3504

【選任した代理人】

【識別番号】 100096747

【弁理士】

【氏名又は名称】 東野 正

【選任した代理人】

【識別番号】 100099966

【弁理士】

【氏名又は名称】 西 博幸

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 018773

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9803444

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体チップを使用した半導体装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

絶縁基板の表面に金属膜による矩形のダイパッド部を形成し、このダイパッド部の表面に、矩形の半導体チップを、ダイボンディング剤にてダイボンディングし、この半導体チップを、合成樹脂製のモールド部にてパッケージして成る半導体装置において、

前記ダイパッド部の矩形における長さ寸法及び幅寸法を、前記半導体チップの矩形における長さ寸法及び幅寸法の 0.50～1.50 倍にすることを特徴とする半導体チップを使用した半導体装置。

【請求項 2】

前記請求項 1 の記載において、前記ダイパッド部の周囲に、当該ダイパッド部から一体的に外向きに延びる細幅の延長部を部分的に設けることを特徴とする半導体チップを使用した半導体装置。

【請求項 3】

前記請求項 1 又は 2 の記載において、前記ダイパッド部に、凹み部を、当該凹み部内に前記半導体チップが嵌まることのない大きさにして設けることを特徴とする半導体チップを使用した半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体チップを使用した半導体装置のうち、前記半導体チップを、絶縁基板の表面に形成した金属膜によるダイパッド部に対してダイボンディングし、更に、この半導体チップを合成樹脂製のモールド部にてパッケージして成る半導体装置に関するものである。

【0002】

【従来技術】

一般に、この種の半導体装置において、その半導体チップを、絶縁基板の表面

に形成した金属膜によるダイパッド部に対してダイボンディングするに際しては、半田ペースト等の加熱溶融性のダイボンディング剤を使用し、このダイボンディング剤の適宜量を、前記絶縁基板におけるダイパッド部の表面に塗着し、このダイボンディング剤の上に、半導体チップを載せ、この状態で、前記ダイボンディング剤を、加熱にて一旦溶融したのち凝固するという方法を採用している。

【 0 0 0 3 】

この場合において、従来は、前記絶縁基板における金属膜によるダイパッド部を、これにダイボンディングする半導体チップにおける矩形と相似の矩形にしているものの、その大きさを、前記半導体チップより遥かに大きくしていることにより、以下に述べるような問題があった。

【 0 0 0 4 】

【発明が解決しようとする課題】

すなわち、前記ダイパッド部の表面に塗着したダイボンディング剤は、当該ダイボンディング剤を加熱にて溶融したとき、前記ダイパッド部の表面を四方に大きく広がり、この溶融ダイボンディング剤に載っている半導体チップも、前記溶融ダイボンディング剤の四方への広がりに伴って、前記ダイパッド部の表面に沿って中心からずれるように移動し、この中心からずれ移動した位置において、前記溶融ダイボンディング剤の凝固にてダイパッド部に対して固定されることになる。

【 0 0 0 5 】

また、前記ダイパッド部に対して半導体チップが、当該半導体チップにおける各側面が前記ダイパッド部における矩形の各側面と非平行の傾いた姿勢で供給された場合に、この傾いた姿勢は修正されることなく前記傾いた姿勢のままでダイパッド部に固定されることになる。

【 0 0 0 6 】

従って、絶縁基板におけるダイパッド部にダイボンディングした半導体チップを、合成樹脂製のモールド部にてパッケージする場合には、このモールド部における大きさを、当該モールド部にてパッケージする半導体チップが前記したように中心からずれ移動すること、及びその各側面がダイパッド部の各側面と非平行

の傾いた姿勢になることを見込み、このいずれの場合においても、当該モールド部にて完全にパッケージできるように、大きくしなければならないから、半導体装置の大型化及び重量のアップを招来するのである。

【 0 0 0 7 】

特に、前記半導体装置が、半導体チップを発光ダイオードチップにし、且つ、モールド部を透明合成樹脂製にしたチップ型 L E D である場合には、前記した中心からずれ移動すること、及びその各側面がダイパッド部の各側面と非平行の傾いた姿勢になることにより、発光ダイオードチップからの光の指向性が変化するから、光の指向性のバラ付きが大きくなるのである。

【 0 0 0 8 】

本発明は、これらの問題を解消することを技術的課題とするものである。

【 0 0 0 9 】

【課題を解決するための手段】

この技術的課題を達成するため本発明の請求項 1 は、

「絶縁基板の表面に金属膜による矩形のダイパッド部を形成し、このダイパッド部の表面に、矩形の半導体チップを、ダイボンディング剤にてダイボンディングし、この半導体チップを、合成樹脂製のモールド部にてパッケージして成る半導体装置において、

前記ダイパッド部の矩形における長さ寸法及び幅寸法を、前記半導体チップの矩形における長さ寸法及び幅寸法の 0. 5 0 ~ 1. 5 0 倍にする。」

ことを特徴としている。

【 0 0 1 0 】

また、本発明の請求項 2 は、

「前記請求項 1 の記載において、前記ダイパッド部の周囲に、当該ダイパッド部から一体的に外向きに延びる細幅の延長部を部分的に設ける。」

ことを特徴としている。

【 0 0 1 1 】

更にまた、本発明の請求項 3 は、

「前記請求項 1 又は 2 の記載において、前記ダイパッド部に、凹み部を、当該凹

み部内に前記半導体チップが嵌まることのない大きさにして設ける。」
ことを特徴としている。

【 0 0 1 2 】

【発明の作用・効果】

このように、絶縁基板の表面に形成したダイパッド部において、その矩形における長さ寸法及び幅寸法を、半導体チップの矩形における長さ寸法及び幅寸法の 0.50～1.50 倍にしたことにより、前記半導体チップを、前記ダイパッド部に対して、当該半導体チップにおける各側面がダイパッド部における各側面に対して非平行の向き姿勢で載せられているか、或いは、半導体チップが前記ダイパッド部の中心からずれた位置に載せられている場合に、溶融したダイボンディング剤の表面張力が半導体チップ及びダイパッド部の各側面に同時に作用するから、以下において詳しく述べるように、この表面張力によるセルフアライメントにて、前記矩形の半導体チップは、その各側面が矩形のダイパッド部における各側面と平行又は略平行になる姿勢の向きに自動的に修正されるとともに、当該半導体チップをダイパッド部における中心に正確に位置するように自動的に修正されることになる。

【 0 0 1 3 】

絶縁基板におけるダイパッド部に対する半導体チップのダイボンディングに際して、ダイボンディング剤の表面張力によるセルフアライメントにて、半導体チップにおけるダイパッド部の中心からのずれを小さくすることができるとともに、半導体チップにおける各側面をダイパッド部における各側面に対して平行又は平行に近づけることができるから、この半導体チップをパッケージするモールド部を、従来の場合よりも小さく、ひいては、半導体装置を小型・軽量化できるのである。

【 0 0 1 4 】

特に、半導体装置が、その半導体チップを発光ダイオードチップにしたチップ型 LED である場合には、その小型・軽量化できるとともに、光の指向性のバラ付きを小さくできるのである。

【 0 0 1 5 】

ところで、このように、ダイパッド部における矩形の長さ寸法及び幅寸法を、半導体チップの矩形における長さ寸法及び幅寸法の 0.50～1.50 倍にするという構成にした場合、このダイパッド部に塗着したダイボンディング剤の盛り上がり高さが、前記ダイパッド部を前記したように構成しない場合よりも高くなるから、前記半導体チップにおけるダイパッド部からの高さ位置が、高くなるとともに、この高さ位置が不揃いになるばかりか、ダイボンディング剤の盛り上がり高さが高くなることで、これに対する半導体チップのめり込み深さが深くなることで、半導体チップに電氣的なショートが発生したり、半導体チップが発光ダイオードチップである場合には、当該発光ダイオードチップからの発光量を減少したりする。

【 0 0 1 6 】

これに対して、本発明は、請求項 2 又は請求項 3 の構成にすることを提案する。

【 0 0 1 7 】

すなわち、請求項 2 は、前記ダイパッド部の周囲に、当該ダイパッド部から一体的に外向きに延びる細幅の延長部を部分的に設けるという構成にしたのであり、これにより、前記ダイパッド部の表面に塗着したダイボンディング剤の一部は、前記細幅の延長部の表面に広がり、この広がりによって、前記ダイパッド部の表面におけるダイボンディング剤の盛り上がり高さを、当該ダイボンディング剤によるセルフアライメントを確保した状態のもとで、低くできるから、半導体チップにおけるダイパッド部からの浮き上がり高さを低くできるとともに、高さの不揃いを低減でき、しかも、ダイボンディング剤に対する半導体チップのめり込み深さが浅くなって、半導体チップに電氣的ショートが発生することを低減でき、且つ、半導体チップが発光ダイオードチップである場合には、当該発光ダイオードチップからの発光量が低下することを回避できるのである。

【 0 0 1 8 】

また、請求項 3 は、前記ダイパッド部に、凹み部を、当該凹み部内に前記半導体チップが嵌まることのない大きさにして設けるという構成にしたものであり、これにより、前記ダイパッド部の表面に塗着したダイボンディング剤の一部は、

前記凹み部に入って、前記ダイパッド部の表面におけるダイボンディング剤の盛り上がり高さを、当該ダイボンディング剤によるセルフアライメントを確保した状態のもとで、低くできるから、半導体チップにおけるダイパッド部からの浮き上がり高さを低くできるとともに、高さの不揃いを低減でき、しかも、ダイボンディング剤に対する半導体チップのめり込み深さが浅くなって、半導体チップに電氣的ショートが発生することを低減でき、且つ、半導体チップが発光ダイオードチップである場合には、当該発光ダイオードチップからの発光量が低下することを回避できるのである。

【 0 0 1 9 】

もちろん、請求項 2 による構成と請求項 3 による構成とを組み合わせた形態にしても良いことはいうまでもない。

【 0 0 2 0 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を、チップ型 L E D に適用した場合の図面について説明する。

【 0 0 2 1 】

図 1 ～図 6 は、第 1 の実施の形態を示す。

【 0 0 2 2 】

この図において、符号 1 は、チップ型 L E D を示し、このチップ型 L E D 1 は、チップ型の絶縁基板 2 を備え、この絶縁基板 2 の上面には、金属膜による矩形のダイパッド部 3 と、同じく金属膜による左右一対の端子電極 4， 5 とが形成されているとともに、一方の端子電極 4 と前記ダイパッド部 3 とを電氣的に接続する金属膜による細幅の配線パターン 6 が形成されている。

【 0 0 2 3 】

更に、前記チップ型 L E D 1 は、前記ダイパッド部 3 の上面にダイボンディングした発光ダイオードチップ 7 と、この発光ダイオードチップ 7 と前記他方の端子電極 5 との間をワイヤボンディングした細い金属線 8 と、前記発光ダイオードチップ 6 及び配線パターン 6 の部分をパッケージする透明合成樹脂製のモールド部 9 とを備えている。

【 0 0 2 4 】

なお、前記両端子電極 4, 5 は、絶縁基板 2 の上面から端面及び下面にわたるように延びている。

【 0 0 2 5 】

そして、前記絶縁基板 2 上面におけるダイパッド部 3 に対して発光ダイオードチップ 7 をダイボンディングするに際しては、以下に述べるように構成する。

【 0 0 2 6 】

前記発光ダイオードチップ 7 は、一般的に言って、長さ寸法 L_0 で幅寸法 W_0 の矩形であるから、前記ダイパッド部 3 を、その長さ寸法 L_1 及び幅寸法 W_1 を、前記発光ダイオードチップ 7 の矩形における長さ寸法 L_0 及び幅寸法 W_0 と等しいか、略等しくした合同又は略合同の矩形して、このダイパッド部 3 の上面に、図 3 に示すように、半田ペースト 10 の適宜量を塗着し、次いで、この半田ペースト 10 の上に、図 4 に示すように、前記発光ダイオードチップ 7 を載せ、この状態で、半田の溶融点以上の温度に加熱したのち冷却して半田を凝固するということにする。

【 0 0 2 7 】

このように構成することにより、前記矩形の発光ダイオードチップ 7 を、前記矩形のダイパッド部 3 に対して、図 5 に二点鎖線で示すように、当該発光ダイオードチップ 7 における各側面がダイパッド部 3 における各側面に対して非平行の向き姿勢で載せられているか、或いは、発光ダイオードチップ 7 が前記ダイパッド部 3 の中心からずれた位置に載せられている場合に、加熱溶融した半田における表面張力が発光ダイオードチップ 7 及びダイパッド部 3 の各側面に同時に作用するから、この表面張力によるセルフアライメントにて、前記矩形の発光ダイオードチップ 7 は、その各側面が矩形のダイパッド部 3 における各側面と平行又は略平行になる姿勢の向きに自動的に修正されるとともに、当該発光ダイオードチップ 7 がダイパッド部 3 における中心に正確に位置するように自動的に修正されることになる。

【 0 0 2 8 】

そして、前記発光ダイオードチップ 7 は、前記のように修正された姿勢のまま

で、溶融半田の凝固にて固定される。

【 0 0 2 9 】

この場合において、本発明者達の実験によると、加熱溶融した半田における表面張力のセルフアライメントによる前記した自動的な修正は、前記ダイパッド 3 における矩形の長さ寸法 L_1 及び幅寸法 W_1 を、前記発光ダイオードチップ 7 における矩形の長さ寸法 L_0 及び幅寸法 W_0 の $0.50 \sim 1.50$ 倍の範囲内にした場合において確実に達成できるのであり、好ましくは、 $0.65 \sim 1.35$ 倍の範囲内で、最も好ましいのは、 $0.75 \sim 1.25$ 倍の範囲内であった。また、導電性ペースト等の半田ペースト以外のダイボンディング剤についても同様であった。

【 0 0 3 0 】

つまり、このように構成することにより、絶縁基板 2 におけるダイパッド部 3 に対する発光ダイオードチップ 7 のダイボンディングに際して、ダイボンディング剤のセルフアライメントにより、発光ダイオードチップ 7 におけるダイパッド部 3 の中心からのずれを小さくすることができるとともに、発光ダイオードチップ 7 における各側面をダイパッド部 3 における各側面に対して平行又は平行に近づけることができるから、この発光ダイオードチップ 7 をパッケージするモールド部 9 及び絶縁基板における幅寸法を、従来の場合よりも小さくでき、ひいては、チップ型 LED 1 を小型・軽量化できるとともに、発光ダイオードチップ 6 からの発射される光の指向性のバラ付きを小さくできる。

【 0 0 3 1 】

なお、本実施の形態においては、前記ダイパッド部 3 と一方の端子電極 4 とを電気的に接続する配線パターン 6 を、図 2 に二点鎖線 A で示すように、真っ直ぐな直線な直線にすることなく、実線で示すように、斜めに傾斜することにより、この配線パターン 6 の長さを長くし、これをパッケージするモールド部 9 との密着面積を増大するようにして、この配線パターン 6 を伝って大気中の湿度等が侵入することを確実に低減できるように構成している。この場合、前記配線パターンは、一本にすることに限らず、図 7 に実線で示す配線パターン 6 と、二点鎖線で示す配線パターン 6' との二本にしても良い。

【 0 0 3 2 】

次に、図 8 は、第 2 の実施の形態を示す。

【 0 0 3 3 】

この第 2 の実施の形態は、前記絶縁基板 2 における上面に矩形に形成したダイパッド部 3 における各隅角部に、当該ダイパッド部 3 から一体的に外向きに延びる細幅の延長部 3 a を設けたものである。

【 0 0 3 4 】

このように、ダイパッド部 3 に、当該ダイパッド部 3 から一体的に外向きに延びる細幅の延長部 3 a を部分的に設けることにより、このダイパッド部 3 の表面に塗着した半田ペースト 1 0 を、これに発光ダイオードチップ 7 を載せたのち加熱溶融したとき、この溶融半田の一部が、前記細幅の延長部 3 a の表面に広がることになるから、この広がりによって、前記ダイパッド部 3 の表面における溶融半田の盛り上がり高さを、当該溶融半田の表面張力によるセルフアライメントを確保した状態のもとで、低くできるのである。

【 0 0 3 5 】

この場合、第 2 の実施の形態の変形例としては、前記ダイパッド部 3 に対する細幅の延長部 3 a を、図 9 に示すように、前記ダイパッド部 3 における各側面の部分に設けるという構成しても良く、また、図 1 0 に示すように、前記細幅の延長部 3 a の複数本を、ダイパッド部 3 における一つの側面に設け、この各延長部 3 a を、前記配線パターン 6 と兼用にしても良いのである。

【 0 0 3 6 】

そして、図 1 1 及び図 1 2 は、第 3 の実施の形態を示す。

【 0 0 3 7 】

この第 3 の実施の形態は、前記絶縁基板 2 における上面に矩形に形成したダイパッド部 3 に、凹み部 1 1 を、当該凹み部 1 1 内に前記発光ダイオードチップ 7 が嵌まることのない大きさにして設けるものである。

【 0 0 3 8 】

このように構成することにより、前記ダイパッド部 3 の表面に塗着した半田ペースト 1 0 を、これに発光ダイオードチップ 7 を載せたのち加熱溶融したとき、

この溶融半田の一部が、前記凹み部 1 1 に入ることになるから、これによって、前記ダイパッド部 3 の表面における溶融半田の盛り上がり高さを、当該溶融半田の表面張力によるセルフアライメントを確保した状態のもとで、低くできるのである。

【 0 0 3 9 】

前記実施の形態は、発光ダイオードチップを使用したチップ型 L E D に適用した場合であったが、本発明は、このチップ型 L E D に限らず、ダイオード又はトランジスタ等の他の半導体装置に適用できることはいうまでもない。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

第 1 の実施の形態によるチップ型 L E D を示す縦断正面図である。

【図 2】

図 1 の平面図である。

【図 3】

前記第 1 の実施の形態によるチップ型 L E D を示す斜視図である。

【図 4】

前記第 1 の実施の形態における分解斜視図である。

【図 5】

図 4 の V - V 視断面図である。

【図 6】

前記第 1 の実施の形態において絶縁基板に発光ダイオードチップをダイボンディングした状態を示す縦断正面図である。

【図 7】

図 6 の平面図である。

【図 8】

第 2 の実施の形態における絶縁基板を示す斜視図である。

【図 9】

第 2 の実施の形態における別の絶縁基板を示す斜視図である。

【図 1 0】

第 2 の実施の形態における更に別の絶縁基板を示す斜視図である。

【図 1 1】

第 3 の実施の形態における絶縁基板を示す斜視図である。

【図 1 2】

図 1 1 の XII - XII 視断面図である。

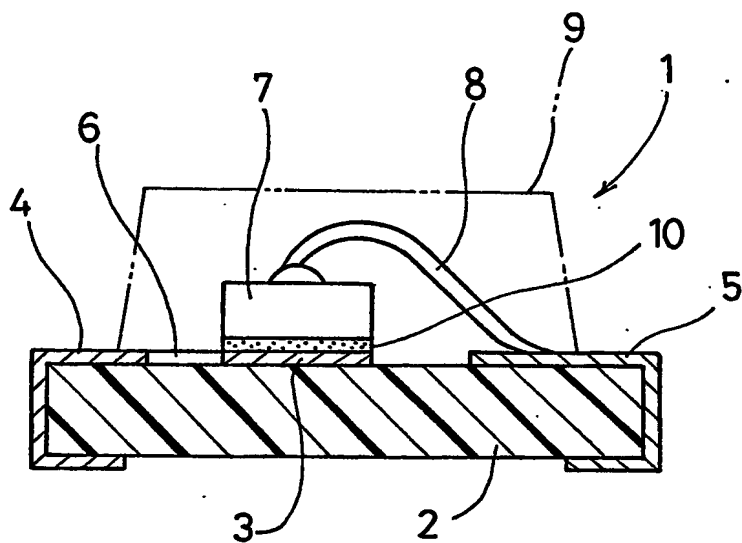
【符号の説明】

1	チップ型 L E D
2	絶縁基板
3	ダイパッド部
3 a	延長部
4, 5	端子電極
6	配線パターン
7	発光ダイオードチップ
8	金属線
9	モールド部
1 0	半田ペースト（ダイボンディング剤）

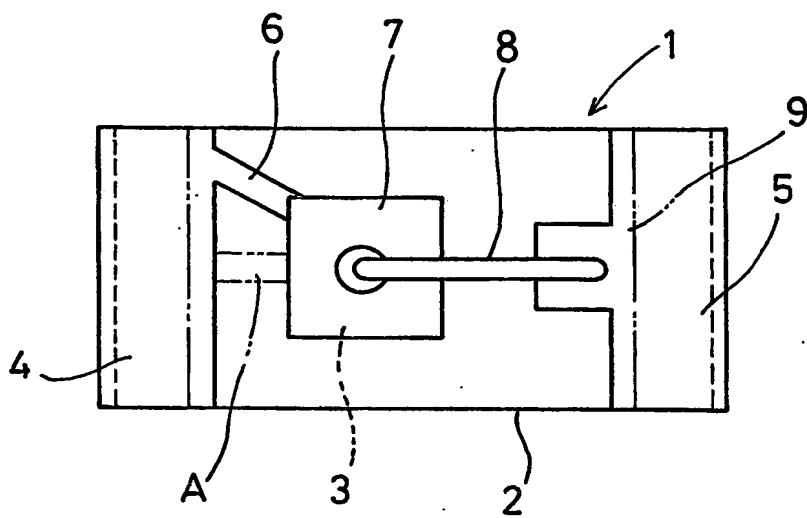
【書類名】

図面

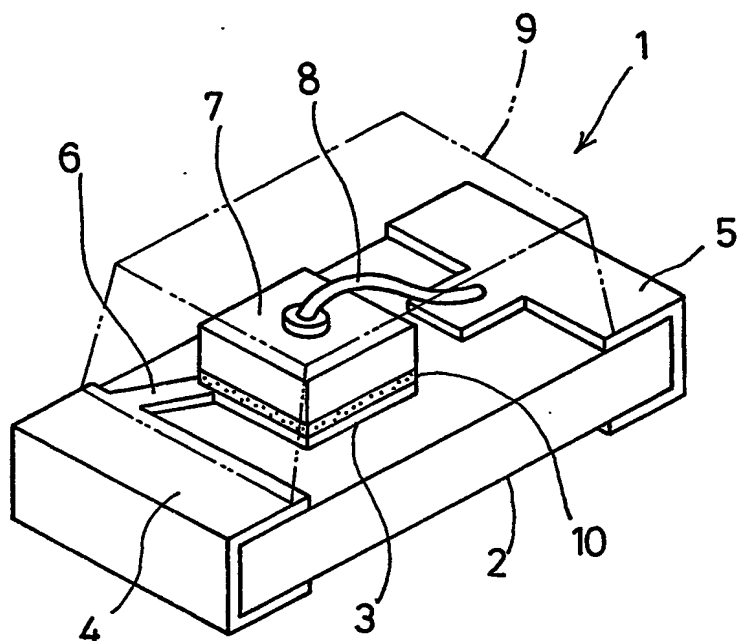
【図 1】



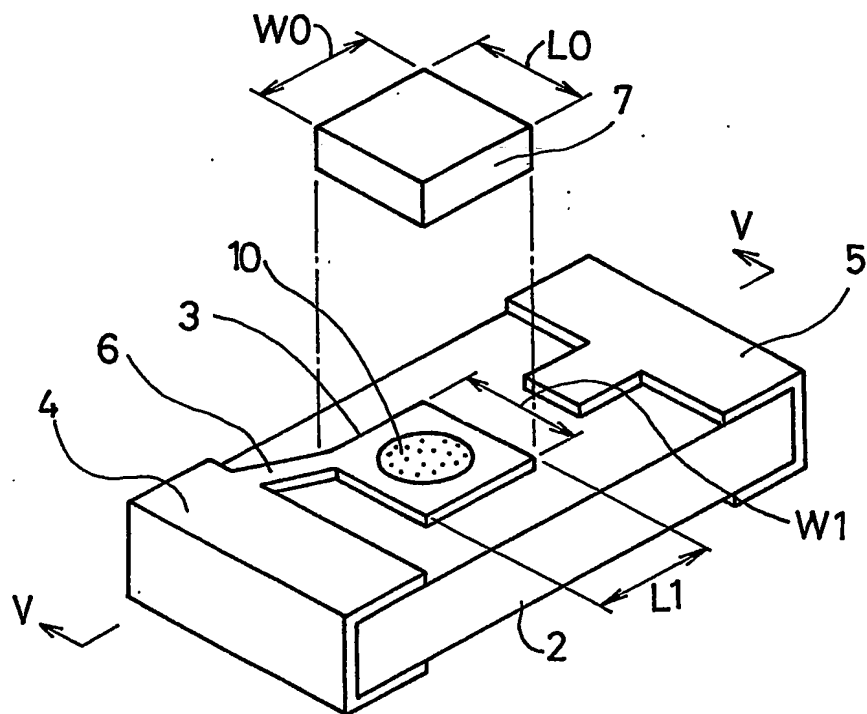
【図 2】



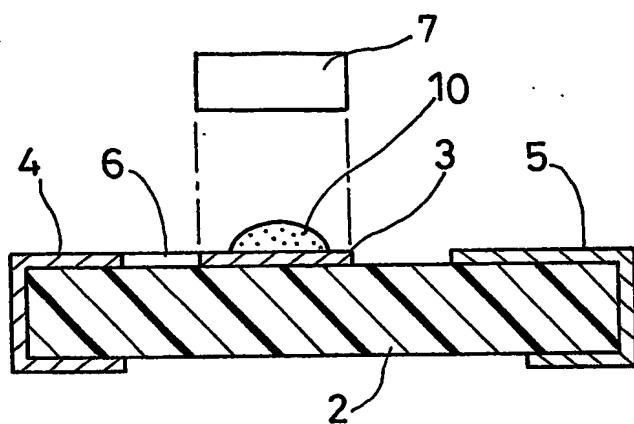
【図 3】



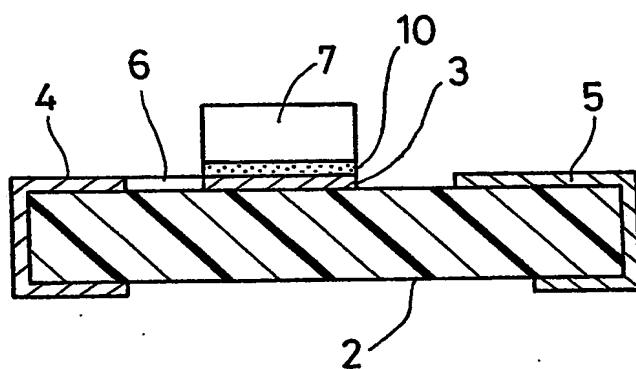
【図 4】



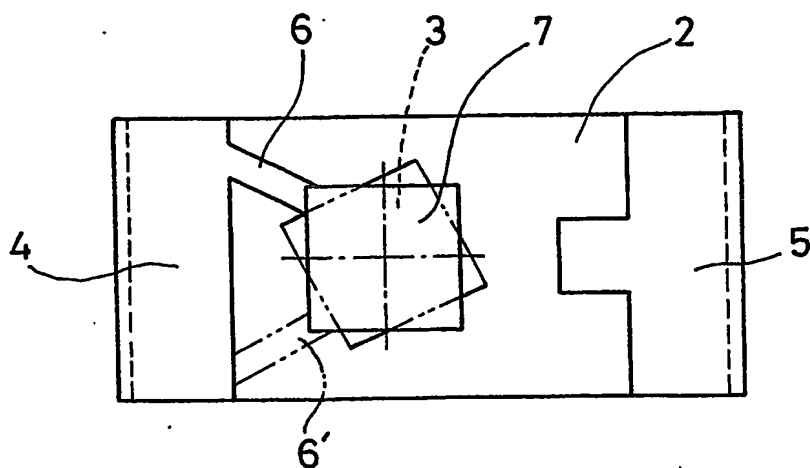
【図 5】



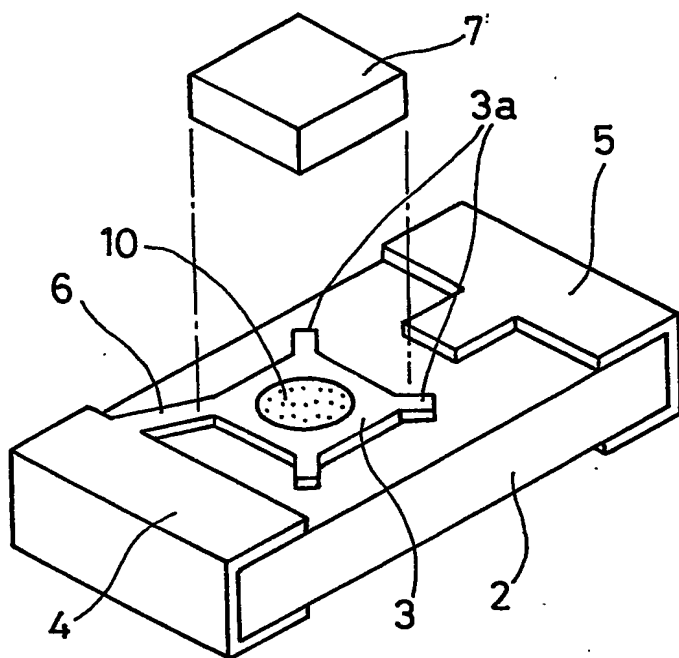
【図 6】



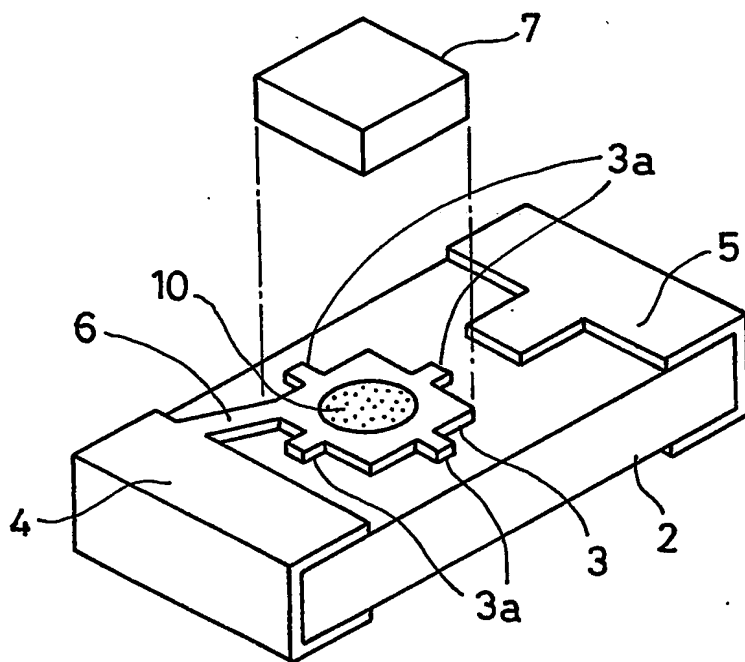
【図 7】



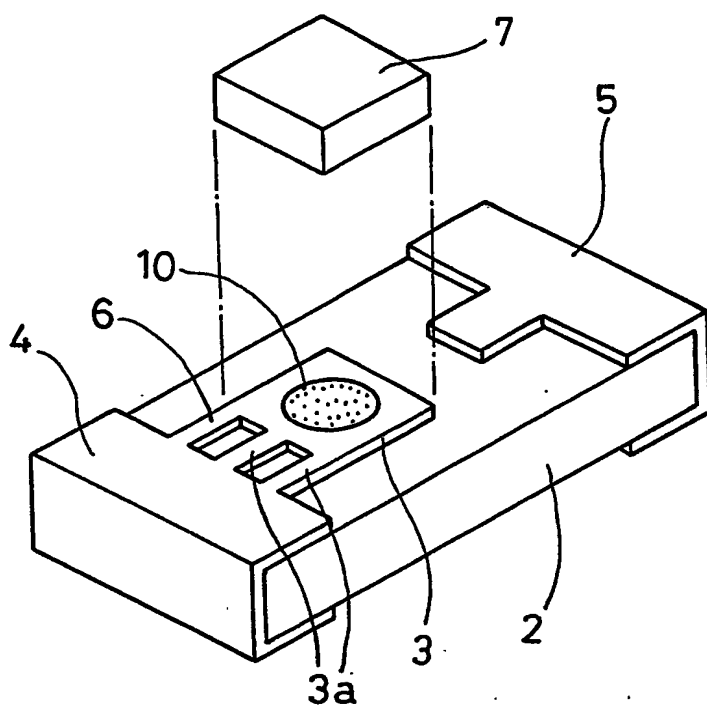
【図 8】



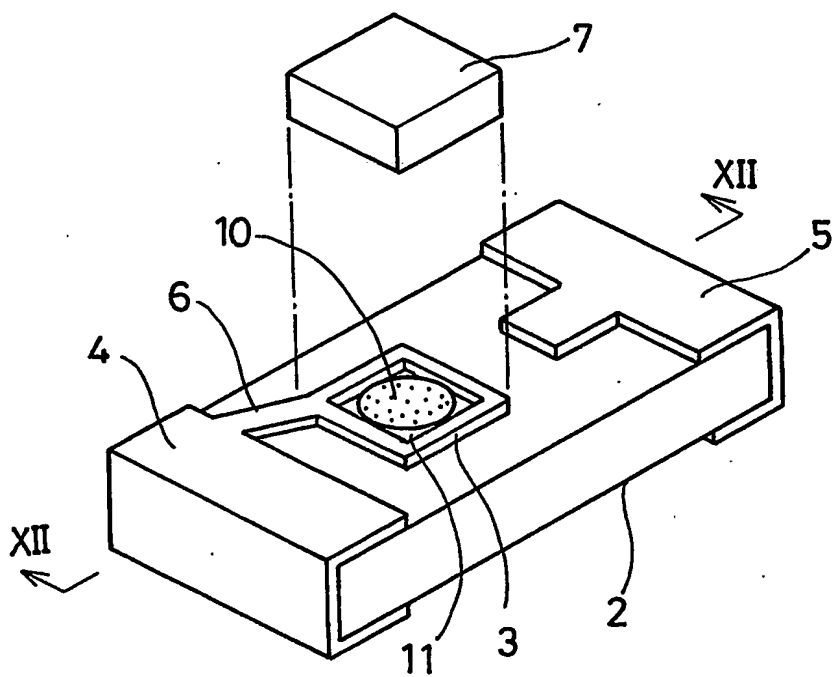
【図 9】



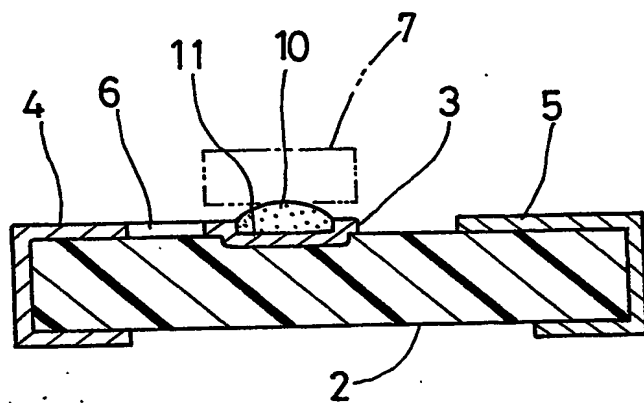
【図10】



【図11】



【図 12】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 絶縁基板 2 の表面に矩形の金属膜による矩形のダイパッド部 3 を形成し、このダイパッド部の表面に、矩形の発光ダイオードチップ 7 等の半導体チップを、ダイボンディング剤 10 にてダイボンディングし、この半導体チップを、合成樹脂製のモールド部 9 にてパッケージして成る半導体装置において、その小型・軽量化を図る。

【解決手段】 前記ダイパッド部 3 の矩形における長さ寸法 L_1 及び幅寸法 W_1 を、前記半導体チップの矩形における長さ寸法 L_0 及び幅寸法 W_0 の 0.50 ～ 1.50 倍にすることにより、前記ダイボンディング剤の表面張力により、前記半導体チップを、その各側面がダイパッド部における各側面と平行又は略平行になる姿勢の向きに自動的に修正するとともに、ダイパッド部における中心に正確に位置するように自動的に修正する。

【選択図】

図 4

【書類名】 手続補正書
【提出日】 平成14年 3月 8日
【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿
【事件の表示】
 【出願番号】 特願2002- 63684
【補正をする者】
 【識別番号】 000116024
 【氏名又は名称】 ローム株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100079131
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 石井 暁夫
 【電話番号】 06-6353-3504
【手続補正 1】
 【補正対象書類名】 要約書
 【補正対象項目名】 全文
 【補正方法】 変更
 【補正の内容】 1
【ブルーの要否】 要

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 絶縁基板 2 の表面に金属膜による矩形のダイパッド部 3 を形成し、このダイパッド部の表面に、矩形の発光ダイオードチップ 7 等の半導体チップを、ダイボンディング剤 1 0 にてダイボンディングし、この半導体チップを、合成樹脂製のモールド部 9 にてパッケージして成る半導体装置において、その小型・軽量化を図る。

【解決手段】 前記ダイパッド部 3 の矩形における長さ寸法 L_1 及び幅寸法 W_1 を、前記半導体チップの矩形における長さ寸法 L_0 及び幅寸法 W_0 の 0.50 ～ 1.50 倍にすることにより、前記ダイボンディング剤の表面張力により、前記半導体チップを、その各側面がダイパッド部における各側面と平行又は略平行になる姿勢の向きに自動的に修正するとともに、ダイパッド部における中心に正確に位置するように自動的に修正する。

【選択図】

図 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000116024]

1. 変更年月日

1990年 8月22日

[変更理由]

新規登録

住 所

京都府京都市右京区西院溝崎町21番地

氏 名

ローム株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.